

# VARIACIÓN DE LA CARGA DE LOS COMBUSTIBLES FORESTALES EN FUNCIÓN DE LA EDAD EN UNA PLANTACIÓN

## FORESTAL DE *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.

Alexandre Beutling<sup>1</sup>; Antonio Carlos Batista<sup>2</sup>; Ronaldo Viana Soares<sup>3</sup>; Marcelo Diniz Vitorino<sup>4</sup>.

1 Eng. Florestal Msc. – Universidade Federal do Paraná, Brasil, ale\_jeep2003@yahoo.com.br;

2 Eng. Florestal Prof. Dr. – Universidade Federal do Paraná, Brasil, batista@floresta.ufpr.br;

3 Eng. Florestal Prof. Dr. – Universidade Federal do Paraná, Brasil, rvsoares@floresta.ufpr.br;

4 Eng. Florestal Prof. Dr. – Fundação Universidade Regional de Blumenau, Brasil, diniz@furb.br.

Esta investigación fue desarrollada en una plantación de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, perteneciente a la empresa “Florestal Gateados”, ubicada en el municipio de “Campo Belo do Sul”, estado de “Santa Catarina”, Brasil. El objetivo principal fue cuantificar el material combustible “vivo” y “muerto” existente en cultivos con 5 diferentes clases de edad, siendo ellas, 8, 19, 24, 25 y 38 años, con la finalidad de verificar la proporción establecida entre estas dos categorías de combustible en función de la edad del cultivo. Fueron establecidas para este estudio un total de 100 parcelas, divididas proporcionalmente entre los 5 rodales, de acuerdo con el área de cada un. Fueron determinadas, en cada parcela, las cargas de material combustible vivo y muerto, además de la carga total, obteniéndose un valor medio de estas variables para cada rodal. Las cargas obtenidas fueron de 20,13 Mg ha<sup>-1</sup> (98,96% vivos; 1,04% muertos), 10,76 Mg ha<sup>-1</sup> (9,94% vivos; 90,06% muertos), 15,84 Mg ha<sup>-1</sup> (10,92% vivos; 89,08% muertos), 14,81 Mg ha<sup>-1</sup> (14,92% vivos; 85,08% muertos) y 13,24 Mg ha<sup>-1</sup> (15,48% vivos; 84,52% muertos) para las poblaciones de 8, 19, 24, 25 y 38 años, respectivamente. Con excepción del rodal joven, se verificó una relación de 9:1 entre los combustibles muertos y vivos.

Palabras-claves: Combustibles forestales; Araucaria; Protección forestal.

## INTRODUCCIÓN

En el escenario forestal, los incendios han sido motivo de preocupaciones debido a su alto poder de destrucción, principalmente en reforestaciones caracterizadas básicamente por monocultivos de coníferas. En estas condiciones se

crea un ambiente perfecto para la propagación del fuego, donde planes de prevención y combate a los incendios forestales demuestran cada vez más su importancia. Estudios sobre los incendios han evidenciado los diversos factores responsables por el comportamiento del fuego, de entre los cuales, y de fundamental importancia, el material combustible. Estando el material combustible directamente relacionado con el tipo de vegetación predominante en una región, es posible percibir que existen diferencias significativas con relación a las características de la ocurrencia de incendios. Aunque condiciones climáticas y topográficas ejerzan influencias sobre el comportamiento del fuego, el material combustible es uno de los factores de mayor importancia en esta caracterización, pues suministra nociones sobre riesgo de incendio y estimativas sobre el comportamiento del fuego.

En tratándose de especies comerciales, pinos y eucaliptos poseen estudios más detallados en relación a los incendios forestales. La cuantificación y caracterización de los materiales combustibles, así como la predicción del comportamiento del fuego con base en modelos matemáticos, además de técnicas de prevención y manejo del fuego en estos tipos de población son prácticas conocidas actualmente.

Sin embargo, para las plantaciones de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze (araucarías), estas informaciones aún no están disponibles. Además de eso, cultivos experimentales con araucarías han sido conducidos por empresas visando una evaluación del potencial de esta especie y su futura utilización como materia prima de la industria maderera.

## OBJETIVO

Este trabajo tuvo como objetivo principal cuantificar el material combustible superficial (“vivo” y “muerto”) existente en cultivos de araucarías con 5 edades diferentes, siendo ellas 8, 19, 24, 25 y 38 años, y verificar la proporción establecida entre los combustibles “vivos” y “muertos” en función de la edad.

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La importancia de conocerse la carga del material combustible existente sobre la superficie de una determinada región, independiente de la tipología forestal que a generó e incluso de las características climáticas y topográficas del local reside en el hecho de que, de entre los elementos del triángulo del fuego, el material combustible es el único factor sujeto a las alteraciones antropicas y sensible de control. La cuantificación de los combustibles forestales está fuertemente relacionada a las acciones de combate y quema controlada, siendo responsable por características del comportamiento del fuego como intensidad y velocidad de propagación (CIANCIULLI, 1981; SOARES, 1985; BATISTA, 1990; SOUZA, 2000; BEUTLING, 2005).

De forma general, el material combustible presenta una localización en el estrato forestal y es caracterizado por la cantidad, por el tipo y por el arreglo que posee sobre determinado local (BEUTLING, 2005). SOARES (1985) clasificó los combustibles superficiales como siendo todos los materiales localizados sobre, e inmediatamente arriba o en lo piso de la floresta, hasta 1,80 m de altura, comprendiendo básicamente hojas, ramas, troncos y demasiados materiales que se encuentran en este intervalo.

De acuerdo con REGO y BOTELHO (1990), la disponibilidad del material combustible para quemar puede alterarse, entre otros factores, según la época del año, el estrato forestal en que este se encuentra y la vegetación que lo origina.

## METODOLOGÍA

Esta investigación fue desarrollada en una plantación de araucarías ubicada en el estado de "Santa Catarina", Brasil, en las proximidades de las coordenadas de 27°58'10" de latitud sur y 50°48'47" de longitud oeste (sede de la empresa), con altitud variando entre 800 y 1000 metros s.n.m. El clima es caracterizado predominantemente como siendo del tipo Cfb (Köppen). La vegetación predominante en la región son los Bosques de Araucarías y los Praderos, conforme Klein (1978), o "Floresta Ombrófila Mista" y "Savanas Estépicas", según IBGE (1993). Los rodales y

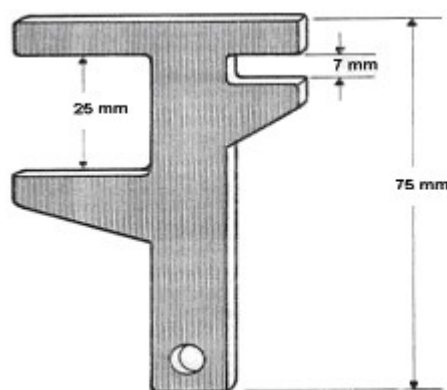
las respectivas áreas de los mismos fueron escogidos con base en la edad y la homogeneidad del cultivo, siendo la densidad inicial de 2500 plantas/ha - espacio inicial entre plantas de 1,60 x 2,50m - (Tabla 1).

Tabla 1: Área de estudio

Población	CLASE DE EDAD	ÁREA (ha)
1	8 años	2,47
2	19 años	4,96
3	24 años	2,71
4	25 años	3,42
5	38 años	2,40

Fueron obtenidos 100 muestras de material combustible de 1 m<sup>2</sup> cada, distribuidas sistemáticamente sobre el área de estudio y divididas proporcionalmente entre los 5 rodales con una intensidad amostral mínima de 4 parcelas/ha y media de 20 parcelas por clase de edad. La separación de los combustibles en las respectivas clases fue realizada con el “calibrador de diámetro” (Figura 1). El material de cada clase fue pesado (peso de la materia húmeda total) y tuvo una submuestra retirada y sometida a secado en estufa de laboratorio (75°C durante 48 horas), para posterior determinación del peso de la materia seca total y respectiva carga de la muestra en la parcela.

Figura 1: Calibrador de diámetro



Fuente: adaptado de Brown (1974)

Con base en los trabajos de Schroeder y Buck (1970), Brown y Davis (1973), Soares (1979) y Ribeiro (1997), los combustibles forestales fueron

clasificados de acuerdo con el diámetro y estado fisiológico (material vivo o muerto) en las siguientes clases:

1. Material combustible vivo, subdividido en dos grupos:

a) “material herbáceo”: vegetales que tenían la consistencia y el porte de hierba. Ex: gramíneas;

b) “material vivo lenhoso”: vegetales que tenían la naturaleza, aspecto o consistencia leñosa o de madera, siendo que en este caso, esta categoría aún fue subdividida en las siguientes sub-clases: V1: material con diámetro menor o igual a 0,7 cm; V2: material con diámetro entre 0,71 y 2,5 cm; V3: material con diámetro entre 2,51 y 7,6 cm; V4: material con diámetro mayor que 7,6 cm.

2. Material combustible muerto: constituido por material muerto camada en la superficie de la población, de naturaleza, aspecto o consistencia leñosa o de madera, subdividido en las siguientes sub-clases: “miscelânea”: material fino en descomposición, de diámetro inferior a 0,7 cm que formaba una masa uniforme cuyos elementos no permitían una identificación y clasificación segura; S1: material con diámetro inferior o igual a 0,7 cm; S2: material con diámetro entre 0,71 y 2,5 cm; S3: material con diámetro entre 2,51 y 7,6 cm; S4: material con diámetro mayor que 7,6 cm; “estróbilo”: órgano reproductor masculino de la especie, también denominado de “amentilho masculino”; “grimpa”: conjunto de ramos secundarios compuestos por hojas, característicos del género Araucaria.

Los procedimientos de colecta de datos fueron:

a) El material combustible fue obtenido de parcelas de 1m<sup>2</sup>, midiéndose la altura de la vegetación del sotobosque hasta 1,80m;

b) Determinación del área basal con auxilio del “visor de Bitterlich”, realizándose una lectura para cada parcela establecida.

El trabajo realizado en laboratorio consistió en:

a) Secar las muestras colectadas en estufa, por un período de 48 horas a la temperatura de 75°C;

b) Determinación del peso de material seco de las muestras;

c) Determinación del contenido de humedad en base seca;

d) Determinación de los valores medios, de cada población, del área basal y altura de la vegetación del sotobosque;

e) Determinación, en cada población, de la carga de material combustible total, vivo y muerto;

f) Desarrollo de cálculos estadísticos. Para esta etapa, se consideró cada edad como siendo un tratamiento: Rodal 1 (8 años) – Tratamiento 1; Rodal 2 (19 años) – Tratamiento 2; Rodal 3 (24 años) – Tratamiento 3; Rodal 4 (25 años) – Tratamiento 4 y Rodal 5 (38 años) – Tratamiento 5. Para realización de las pruebas de comparación de medias, fue utilizado la Prueba SNK. Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente por comparación de medias, la un 95% de confianza.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 2 presenta los datos de altura de la vegetación del sotobosque y área basal de las poblaciones estudiadas. Medias seguidas por letras diferentes indican diferencias estadísticas en la comparación entre los pares de valores de la misma clase, en relación a las edades de las poblaciones.

Tabla 2: Características de los rodales de araucarías con base en la edad de cultivo

Datos	Edad de los poblamientos (años)				
	8	19	24	25	38
Altura media de la vegetación del sotobosque	1,26a	0,51b	0,62bc	0,70c	0,65bc
Área basal (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	6,80a	29,76b	40,13c	41,48c	32,65b

NOTA: Medias seguidas por letras diferentes indican diferencias estadísticas en la comparación entre los pares de valores de la misma clase en relación la edad de los rodales.

En el rodal de 8 años fue observada una gran cantidad de gramíneas, que fueron las responsables por la elevada altura y cantidad de combustible.

Los valores de área basal, generalmente calculados llevándose en consideración todos los árboles existentes reflejan, en el rodal de 8 años, sólo los individuos de araucarías, única especie arbórea existente.

La Tabla 3 presenta los valores de carga de los combustibles vivos, de los combustibles muertos y la carga total obtenidas por edad en los rodales estudiados.

Tabla 3: Carga de los combustibles forestales por clase de edad

Clase de los combustibles	Edad de los rodales (años)				
	8	19	24	25	38
	<b>Carga del material combustible (base peso de material seco) en Mg ha<sup>-1</sup></b>				
<i>Total vivo</i>	19,91a	1,06b	1,73b	2,21b	2,05b
<i>Total muerto</i>	0,22a	9,7b	14,11c	12,6cd	11,19bd
<b>CARGA TOTAL</b>	<b>20,13a</b>	<b>10,76b</b>	<b>15,84c</b>	<b>14,81c</b>	<b>13,24bc</b>

NOTA: Medias seguidas por letras diferentes indican diferencias estadísticas en la comparación entre los pares de valores de la misma clase en relación la edad de los rodales.

La carga total del rodal de 8 años fue formada principalmente por los combustibles vivos, que representaron en valores porcentuales aproximadamente un 99% del combustible superficial en esta edad. También se observó que los valores de carga de esta clase fueron estadísticamente iguales en los rodales con edades más avanzadas, evidenciando una posible homogeneidad cuanto a la carga de los combustibles vivos en rodales más viejos.

En las demás edades los combustibles muertos pasaron a figurar como principales constituyentes de la carga total. En estos poblamientos, las gramíneas (responsables por la elevada carga de los combustibles vivos) no poseían la misma representatividad, siendo la carga de los combustibles vivos formada principalmente por especies de aspecto leñoso.

Brender<sup>1</sup> *et al* (1976) citado por Souza (2000) indican que "...en rodales de edades más jóvenes la vegetación invasora constituye la mayor fracción de lo combustible vivo, mientras en las edades más avanzadas, el material muerto de lo piso forestal llega a contribuir con hasta un 97% de la carga total del combustible superficial...". Los datos obtenidos en campo demostraron que en los rodales con 19, 24, 25 y 38 años, el material muerto contribuyó con, respectivamente, 90,15%, 89,08%, 85,08% y 84,51% de la carga total del combustible superficial.

A pesar de la composición fundamentalmente diferente, Batista (1995) determinó en un rodal de *Pinus taeda* L. con 12 años de edad, sin raleo, carga de

<sup>1</sup> BRENDER, E. V.; McNAB, W. H.; WILLIAMS, S. **Fuel accumulations in Piedmont loblolly pine plantations.** North Carolina: USDA Forest Service, 1976. (Research Note INT-210).

12,53 Mg ha<sup>-1</sup>. Valeri y Reissmann (1989), también trabajando en rodales de *Pinus taeda*, determinaron carga de 24,3 Mg ha<sup>-1</sup> para cultivos con 14 años de edad.

En porcentual, las cargas de combustible vivo obtenidas en las edades de 19, 24, 25 y 38 años representaron, respectivamente, 9,94%, 10,93%, 14,92% y 15,47%. Ribeiro y Soares (1998) encontraron valores de 9,41% para la clase de materiales vivos en un rodal de *Eucalyptus viminalis* con 13 años.

## CONCLUSIONES

- 1) La mayor carga de material combustible lo presentaron los rodales de 8 años de edad, siendo constituida principalmente por los combustibles vivos, representados por especies pioneras.
- 2) El porcentual de carga de combustibles forestales vivos y muertos se mantuvo semejante para las edades de 19, 24, 25 y 38 años, indicando que cultivos con edades más avanzadas presentaron pocas variaciones en las características de los combustibles.
- 3) Los rodales de 8 años de araucarí, no obstante, presentaron cargas compuestas principalmente por material combustible muerto, con una proporción aproximada de 9:1 entre combustibles muertos y combustibles vivos.

## BIBLIOGRAFÍA

BATISTA, A. C. **Avaliação da queima controlada em povoamentos de *Pinus taeda* L. no Norte do Paraná.** Curitiba, 1995. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

BATISTA, A. C. **Incêndios florestais.** Recife: UFRPE, 1990. 115 p.

BEUTLING, A. **Caracterização para modelagem de material combustível superficial em reflorestamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.** Curitiba, 2005. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.



BROWN, A.A.; DAVIS, K.P. **Forest fire: control and use**. 2.ed. New York: McGraw Hill Book, 1973. 686p.

CIANCIULLI, P. L. **Incêndios florestais: prevenção e combate**. São Paulo: Nobel, 1981. 169p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

KLEIN, R. **Mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1978.

REGO, F.C.; BOTELHO, H. S. **A técnica do fogo controlado**. [S.L.: s.n.], 1990.124p.

RIBEIRO, G. A.; SOARES, R. V. Caracterização do material combustível superficial e efeitos da queima controlada sobre sua redução em um povoamento de *Eucalyptus viminalis*. **Cerne**. Lavras, v. 4, n. 1, p. 58-72, 1998.

RIBEIRO, G. A. **Estudo do comportamento do fogo e de alguns efeitos da queima controlada em povoamentos de *Eucalyptus viminalis* Labill em Três Barras, Santa Catarina**. Curitiba, 1997. 145 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias , Universidade Federal do Paraná.

SOARES, R. V. **Incêndios florestais: controle e uso do fogo**. Curitiba: FUPEF. 1985. 213p.

SOARES, R. V. Determinação da quantidade de material combustível acumulado em plantios de *Pinus* spp na região de Sacramento (MG). **Revista Floresta**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 48-62, 1979.

SOUZA, L. J. B. **Secagem de material combustível em plantações de *Pinus taeda* L. e *Eucalyptus dunnii* Maiden**. Curitiba, 2000. 127 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias , Universidade Federal do Paraná.

SCHROEDER, M. J.; BUCK, C. C. **Fire weather: a guide for application of meteorological information to forest fire control operations**. Washington, D.C., US Dep. Agric. 1970, 229 p.

VALERI, S. V.; REISSMANN, C. B. Composição da manta florestal sob povoamentos de *Pinus taeda* L. na região de Telêmaco Borba – PR. **Floresta**. Curitiba, v. 19, n. 1-2, 1989.